

SUHU PERMUKAAN LAUT (SPL) BERDASARKAN DATA PENGINDERAAN JAUH INFRAMERAH DAN *MICROWAVE*

Yennie Marini^{*)}, Anneke K.S. Manoppo, dan Wawan K. Harsanugraha

Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh - LAPAN
Jl. Lapan No.70, Pekayon - Pasar Rebo, Jakarta 13710

^{*)} E-mail: yennie_m@yahoo.com

ABSTRAK

Suhu Permukaan Laut (SPL) merupakan salah satu parameter geofisika yang diperlukan oleh peneliti untuk berbagai aplikasi seperti untuk klimatologi, perubahan suhu permukaan laut global, respon atmosfer terhadap anomali suhu permukaan laut, prediksi cuaca, pertukaran gas antara udara dengan permukaan laut, pergerakan massa air, studi polusi, perikanan, dan dinamika oseanografi seperti fenomena eddy, gyre, front dan upwelling. Suhu permukaan laut dapat diperoleh dari pengukuran langsung atau dari ekstraksi data satelit penginderaan jauh. Penentuan suhu permukaan laut dari satelit penginderaan jauh dapat dilakukan baik menggunakan sensor termal inframerah maupun pasif microwave. Kedua metode tersebut memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Umumnya pengukuran suhu permukaan laut berdasarkan data penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan sensor inframerah asalkan bebas dari tutupan awan. Hal ini berbeda bila menggunakan sensor microwave karena radiasi thermal pada frekuensi microwave lebih kecil kemungkinannya untuk dipengaruhi oleh tutupan awan. Pada penelitian ini akan dibahas penggunaan data dari sensor inframerah, Aqua-MODIS dan data dari sensor pasif microwave, *Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Microwave Imaging (TMI)* untuk pengukuran suhu permukaan laut serta suhu permukaan laut hasil penggabungan data dari kedua sensor tersebut. Hasil penelitian ini memberikan informasi bahwa sebaran suhu permukaan laut hasil gabungan data sensor inframerah dan sensor microwave jauh lebih baik bila dibandingkan informasi suhu permukaan laut hasil pengukuran data inframerah ataupun microwave saja.

Kata kunci: Sensor Inframerah, Sensor Pasif Microwave, Suhu Permukaan Laut.

1. PENDAHULUAN

SPL merupakan salah satu parameter geofisika yang diperlukan oleh peneliti untuk berbagai aplikasi seperti untuk klimatologi, perubahan suhu permukaan laut global, respon atmosfer terhadap anomali suhu permukaan laut, prediksi cuaca, pertukaran gas antara udara dengan permukaan laut, pergerakan massa air, studi polusi, perikanan, dan dinamika oseanografi seperti fenomena eddy, gyre, front dan upwelling. SPL secara umum diukur dari satelit menggunakan sensor inframerah. Sensor ini sensitif terhadap radiasi yang dipancarkan pada panjang gelombang 10-12 μm , pada puncak spektrum emisi thermal Planck dengan suhu ± 300 °K, emisi ini dipengaruhi oleh awan. Sebagian kecil energi dari suhu 300°K ini dipancarkan oleh gelombang microwave pada kisaran 10-100 GHz dimana radiasi ini tidak dipengaruhi oleh awan. Penelitian ini membahas penggunaan data dari sensor inframerah, yaitu Aqua-MODIS dan data dari sensor pasif microwave, yaitu TMI untuk pengukuran SPL.

Pengukuran SPL dengan sensor inframerah dalam hal ini sensor MODIS yang dibawa oleh satelit Aqua telah banyak diaplikasikan. Salah satu contoh penelitian yang pernah dilakukan di LAPAN, adalah penentuan suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil untuk pengembangan model prediksi SPL/*fishing ground* dengan menggunakan data modis (Suwargana dan Arief, 2005).

Satelit Aqua adalah sebutan untuk satelit EOS PM-i (*Earth Observing System*) yang diluncurkan pada tanggal 4 Mei 2002. Satelit Aqua membawa 6 sensor, salah satunya adalah sensor *MODerate resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS). MODIS mengorbit bumi secara polar (arah utara-selatan) pada ketinggian 705 km dan melewati garis khatulistiwa pada pukul 10.30 waktu lokal. Lebar cakupan di permukaan bumi setiap

putarannya ± 2.330 km. Pantulan gelombang elektromagnetik yang diterima sensor MODIS sebanyak 36 kanal (36 interval panjang gelombang), mulai dari 0,405 sampai 14,385 μm ($1 \mu\text{m} = 1/1.000.000$ meter). Data terkirim dari satelit dengan kecepatan 11 Mega bytes setiap detik dengan resolusi radiometrik 12 bits. Artinya obyek dapat dideteksi dan dibedakan sampai 212 (=4.096) derajat keabuan (*grey levels*). Satu elemen citranya (*pixel, picture element*) berukuran 250 m (kanal 1-2), 500 m (kanal 3-7) dan 1.000 m (kanal 8-36). Di dalam dunia penginderaan jauh (*remote sensing*), ini dikenal dengan resolusi spasial. MODIS dapat mengamati tempat yang sama di permukaan bumi setiap hari, untuk kawasan di atas lintang 30° , dan setiap 2 hari, untuk kawasan di bawah lintang 30° , termasuk Indonesia.

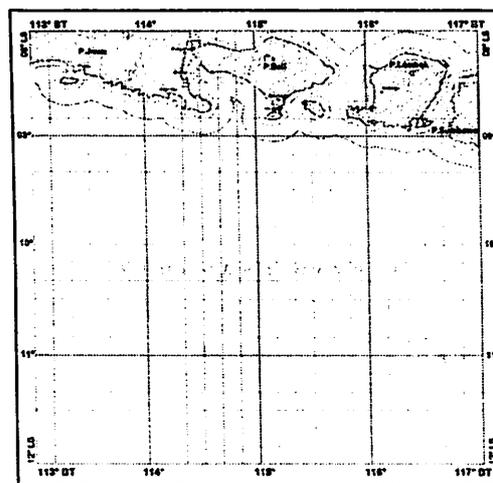
Penelitian mengenai pengukuran suhu permukaan laut dengan sensor pasif *microwave* belum banyak dilakukan. Salah satu kajian yang pernah dilakukan di Lapan berkaitan dengan sensor *microwave* adalah kajian dinamika suhu permukaan laut global (Hasyim *et al.*, 2010). Salah satu sensor pasif *microwave* adalah sensor TMI yang dibawa oleh satelit TRMM yang diluncurkan pada tahun 1997 oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) dan *National Space Development Agency of Japan* (NASDA). Data TMI biasa digunakan di antaranya untuk menghasilkan informasi sebaran SPL, *wind speed, columnar water vapor, cloud liquid water, and rain rate* (Wentz, 1999). Variabel-variabel lingkungan tersebut dihitung secara bersamaan menggunakan algoritma multi-tahap regresi linier yang diperoleh melalui model simulasi komprehensif transfer radiasi.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat sebaran SPL dengan menggunakan data sensor inframerah, dalam hal ini Aqua-MODIS, data sensor pasif *microwave* yaitu data TMI dan melihat sebaran SPL hasil penggabungan dari kedua sensor tersebut.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi dan Data

Daerah penelitian adalah perairan Selatan Bali (Gambar 1). Perairan Selatan Bali merupakan salah satu *project area* pada kegiatan produksi informasi Zona Potensi Penangkapan Ikan (ZPPI) berbasis data penginderaan jauh di Bidang Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Laut.



Gambar 1. Daerah Penelitian Selatan Bali

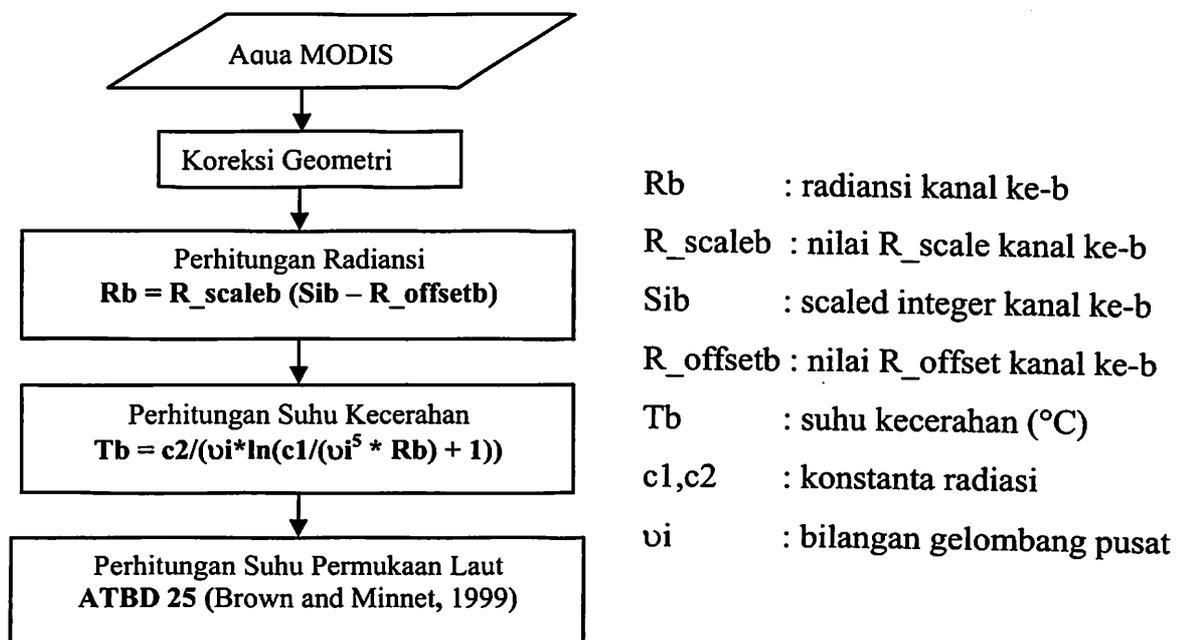
Data yang digunakan adalah data Aqua-MODIS, TMI, dan data gabungan TMI-MODIS pada Bulan Juni 2011 tanggal 6, 7, 22 dan 25. Data Aqua-MODIS diperoleh dari LAPAN

Parepare, sedangkan data TMI diperoleh dari website *Remote Sensing Systems*. (<http://www.remss.com/sst/>).

2.2. Metodologi

2.2.1. Pengolahan Data Aqua-MODIS

Pengukuran SPL menggunakan data Aqua MODIS melalui beberapa tahapan, yaitu mengkonversi nilai piksel (*digital number*) menjadi nilai radiansi, selanjutnya menghitung suhu kecerahan untuk menghasilkan nilai SPL MODIS. Diagram alir pengolahan data ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir perhitungan SPL berdasarkan data Aqua-MODIS

2.2.2. Pengolahan data TMI

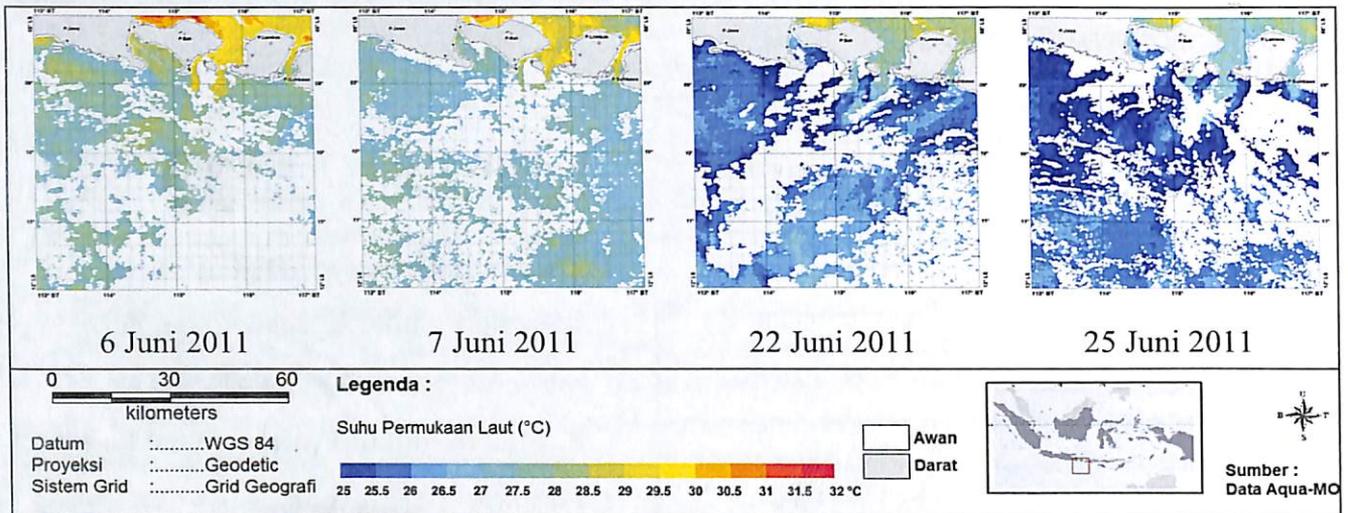
Data yang digunakan adalah data binary TMI harian bulan Juni yang tersedia pada <ftp.discover-earth.org/sst>. Setiap data binary terdiri dari tiga grid 0.25x0.25 derajat dari 1440 X 720 array. Center pada cell pertama dari 1440 column dan 320 row peta terletak pada bujur 0,125 E dan lintang 39,875 N, sedangkan center pada cell yang kedua pada bujur 0,375 E dan lintang 39,875 S. Semua nilai berada pada kisaran 0 dan 255. Nilai-nilai spesifik yang telah ditentukan adalah sebagai berikut:

- 255 = land mass
- 254 = tidak ada liputan data TMI
- 253 = ada liputan data TMI tetapi tidak bagus
- 252 = data set tidak digunakan
- 251 = tidak ada nilai kecepatan angin disebabkan hujan atau tidak ada penyerapan karena hujan lebat
- 0 to 250 = data geofisik yang valid.

Cara menghitung SPL dari data binary, adalah data binary dikalikan dengan faktor skala sebagai berikut: $(SST * 0,15) - 3,0$ untuk menghasilkan kisaran suhu -3°C hingga $34,5^{\circ}\text{C}$. SPL tidak dihasilkan pada daerah dengan *sun glitter*, hujan, dan dekat dengan pesisir di mana ada kontaminasi *side-lobe*. Kontaminasi *side-lobe* ini menyebabkan tidak adanya informasi SPL pada bagian pesisir (± 50 km).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

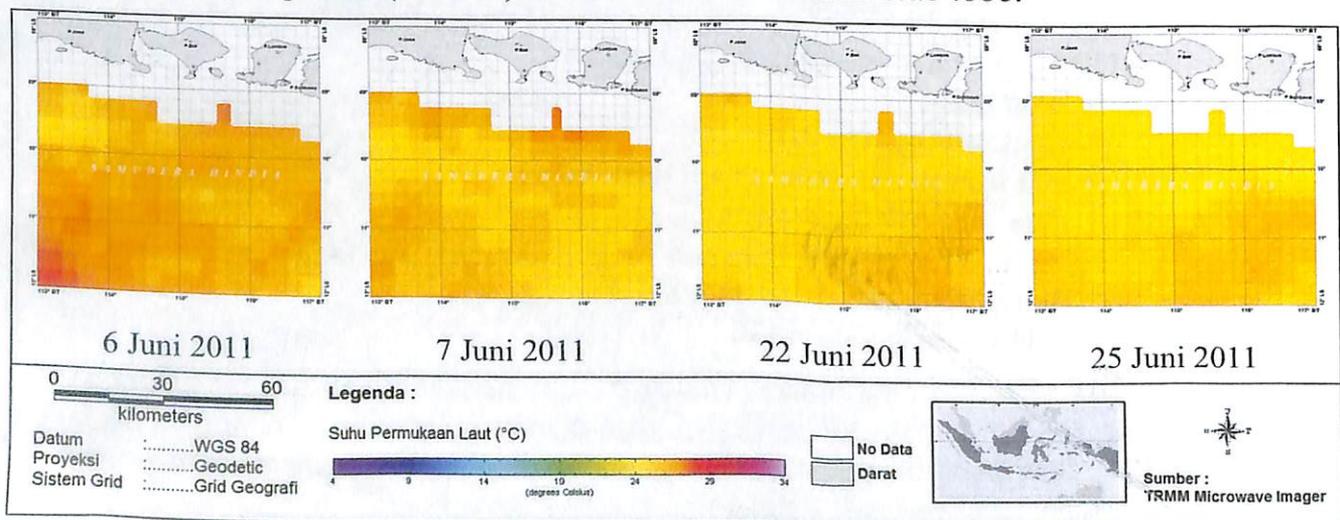
SPL hasil dari sensor MODIS mempunyai resolusi yang lebih baik dari sensor microwave dalam hal ini TMI, namun memiliki kendala yang signifikan. Kendala dalam menggunakan data sensor inframerah disajikan pada gambar 3 yang menunjukkan hasil pengukuran SPL selama bulan Juni pada daerah studi, perairan Selatan Bali. Pengukuran ini berdasarkan algoritma dari Brown dan Minnet (1999) dengan menggunakan perbandingan kanal 10 dan 12 Aqua-MODIS resolusi spasial 1 km.



Gambar 3. Sebaran SPL Data Aqua-MODIS

SPL di perairan utara pada bulan Juni 2011 terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan suhu di perairan selatan Bali. Semakin mendekati akhir bulan Juni 2011, perbedaan SPL semakin terlihat jelas. Rendahnya SPL ini umumnya disebabkan terjadinya upwelling di daerah tersebut. Warna putih menunjukkan tutupan awan yang mengakibatkan tidak adanya informasi SPL. Persentasi tutupan awan pada data inframerah sangat mempengaruhi kualitas informasi SPL yang merupakan kendala yang harus dieliminir.

Kendala tutupan awan yang terdapat pada data inframerah dapat diminimalisasi dengan penggunaan data microwave (Gambar 4). Sebaran SPL dari data microwave, dalam hal ini data TMI menunjukkan hasil yang bebas dari tutupan awan. Data TMI dengan resolusi spasial 25 km tidak menghasilkan informasi SPL pada daerah dengan *sun glitter*, hujan, dan dekat dengan pesisir (± 50 km) di mana ada kontaminasi *side-lobe*.

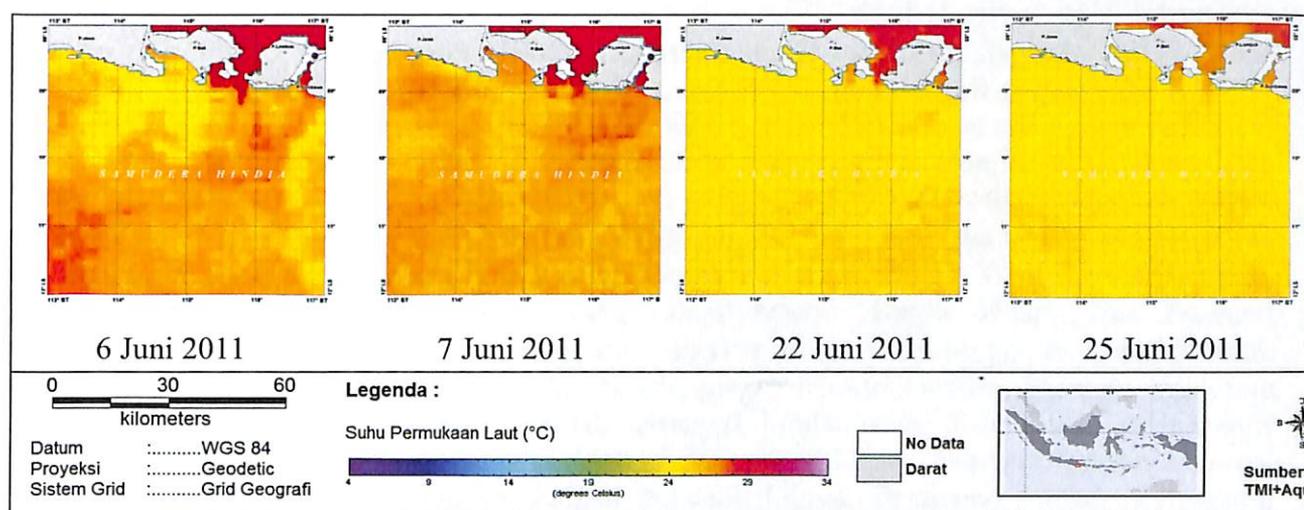


Gambar 4. Sebaran SPL Data TRMM Microwave Imager

Hasil pengukuran SPL di perairan Selatan Bali dari data TMI memiliki kisaran yang sama dengan hasil pengukuran data MODIS, dimana nilai SPL semakin menurun pada akhir bulan Juni 2011. SPL di perairan Selatan Bali pada tanggal 6 dan 7 Juni 2011 berkisar antara 25-28°C, baik data MODIS maupun data TMI. Memasuki minggu terakhir Bulan Juni, SPL mengalami penurunan dengan kisaran antara 24-26°C.

Suhu pada perairan Utara Bali hanya dihasilkan oleh data MODIS karena pada data TMI informasi ini tidak dapat diperoleh akibat adanya kontaminasi *side-lobe*. Tanggal 6 Juni suhu perairan Utara Bali berkisar antara 29-31,5°C sedangkan pada tanggal 7 Juni 2011 berkisar 28-30°C. Minggu terakhir Bulan Juni suhu perairan Utara Bali juga mengalami penurunan yaitu hanya berada pada kisaran suhu 27,5-29,5°C pada tanggal 22 Juni 2011 dan 27-28,5°C pada tanggal 25 Juni 2011.

Sensor inframerah memiliki resolusi spasial yang lebih tinggi dan dapat mencakup wilayah pesisir, namun kurang akurat karena sensitif terhadap kontaminasi awan bila dibandingkan dengan data dari sensor microwave. Sementara itu, data dari sensor microwave tidak dapat menghasilkan informasi SPL di wilayah pesisir (± 50 km) akibat kontaminasi *side-lobe*. Memadukan data microwave dan inframerah memungkinkan cakupan yang lebih besar dan akurasi lebih tinggi daripada hanya menggunakan data inframerah atau microwave saja. Gambar 5 menunjukkan hasil gabungan data sensor inframerah dan microwave pada daerah studi.



Gambar 5. Sebaran SPL gabungan data TMI dan data Aqua-MODIS

Hasil gabungan data kedua sensor tersebut memberikan informasi SPL yang lebih baik, karena informasi SPL bebas dari tutupan awan. Kontaminasi *side-lobe* pada data microwave dapat diminimalisasi oleh informasi SPL dari data inframerah. Informasi SPL gabungan ini memiliki resolusi spasial 9 km, lebih rendah bila dibandingkan dengan resolusi spasial data inframerah namun lebih baik dibandingkan resolusi spasial data microwave. Tetapi dengan melihat kelebihannya kondisi ini masih dapat ditolerir dan informasi SPL yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk analisis lanjutan, seperti misalnya analisis penentuan zona potensi penangkapan ikan ataupun aplikasi perikanan dan kelautan lainnya.

4. KESIMPULAN

Informasi sebaran SPL dari data inframerah terkendala oleh adanya tutupan awan, namun dapat menghasilkan informasi di daerah pesisir. Data microwave memiliki kelebihan bebas dari tutupan awan, namun tidak memiliki informasi di daerah wilayah pesisir yang

disebabkan oleh adanya kontaminasi *side-lobe*. Penggabungan kedua data tersebut memungkinkan untuk menghasilkan informasi sebaran SPL yang lebih baik, yaitu bebas dari tutupan awan dan mencakup seluruh wilayah perairan termasuk di daerah pesisir.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, O.B. dan Minnet, P.J. 1999. Modis Infrared Sea Surface Temperature Algorithm. University of Miami. Miami.
- Emery, W.J., Brank, P., Funk, A., dan Boning, C. 2006. A Comparison of Sea Surface Temperatures from Microwave Remote Sensing of the Labrador Sea with in Situ Measurements and Model Simulations. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 111, C12013, doi:10.1029/2006JC003578.
- Hasyim, B., Sulma, S., dan Hartuti, M. 2010. Kajian Dinamika Suhu Permukaan Laut Global. *Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara*, Vol: 5, No. 4: 130-143.
- Mohd, I.S.M. dan Reba, M.N.M. 2001. Sea Surface Temperature Retrieval Using TRMM Microwave Imager Data in South China Sea. *The 22nd Asian Conference on Remote Sensing*, 5 - 9 November 2001, Singapura.
- Suwargana, N. dan Arief, M. 2004. Penentuan Suhu Permukaan Laut dan Konsentrasi Klorofil untuk Pengembangan Model Prediksi SST/Fishing Ground dengan Menggunakan Data Modis. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, Vol. 1, No. 1: 1-13.
- Wentz, F.J., Ashcroft, P.D., dan Gentemann, C.L. 2001. Post-Launch Calibration of the TMI Microwave Radiometer. *IEEE Trans. Geos. Rem. Sens.*, 39(2), 415-422.